

УДК 51-74

Мішура К. А., студентка групи ПГ-91мп
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ВИДІЛЕННЯ КОРИСНОЇ (ТРЕНДОВОЇ) СКЛАДОВОЇ З ЗАШУМЛЕНОГО ВІБРАЦІЙНОГО СИГНАЛУ

Анотація. Дана робота присвячена виділенню трендової складової зі складного зашумленого сигналу. В статті розглянуто обробку сигналів за допомогою вейвлет-розкладання та спектрального аналізу. В роботі проводилось розкладання сигналу на 8 апроксимацій та 8 деталей. У роботі було підтверджено ефективність вейвлет-перетворення та показано, що цей метод дає найбільш наочну і інформативну картину результатів обробки складних сигналів.

Ключові слова: вібраційні сигнали, вейвлет-аналіз, спектральний аналіз, обробка сигналів.

Мета роботи – підтвердження можливості та ефективності виділення корисної складової зі складного зашумленого сигналу на основі використання вейвлетної фільтрації.

Вейвлет-перетворення (ВП) одновимірному сигналу – це його подання у вигляді узагальненого ряду або інтеграла Фур'є по системі базисних функцій сконструйованих з материнського (вихідного) вейвлета $\psi(t)$, що володіє певними властивостями за рахунок операцій зсуву в часі (b) і зміни часового масштабу (a). Множник $\frac{1}{\sqrt{a}}$ забезпечує незалежність норми цих функцій від параметра масштабу a [1].

В процесі перетворення відбувається розкладання сигналу, що аналізується, в ієрархічний набір апроксимацій a_j , які отримані для великих значень параметру масштабу та характеризують повільні змінювання сигналу, та деталей d_j , що отримані для малих значень параметру масштабу та характеризують високочастотні складові сигналу.

В даній роботі аналізується змодельований сигнал, що є сумою корисної складової, полігармонічної завади та гаусівського широкосмугового шуму, реалізацію сигналу наведено на рис. 1.

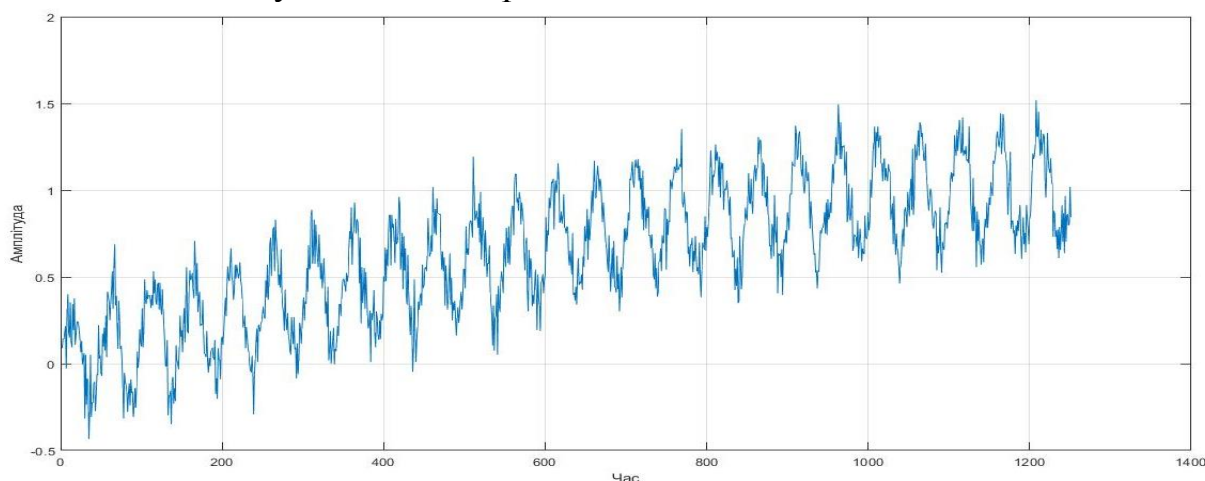


Рис.1. – Часова реалізація сигналу, що аналізується

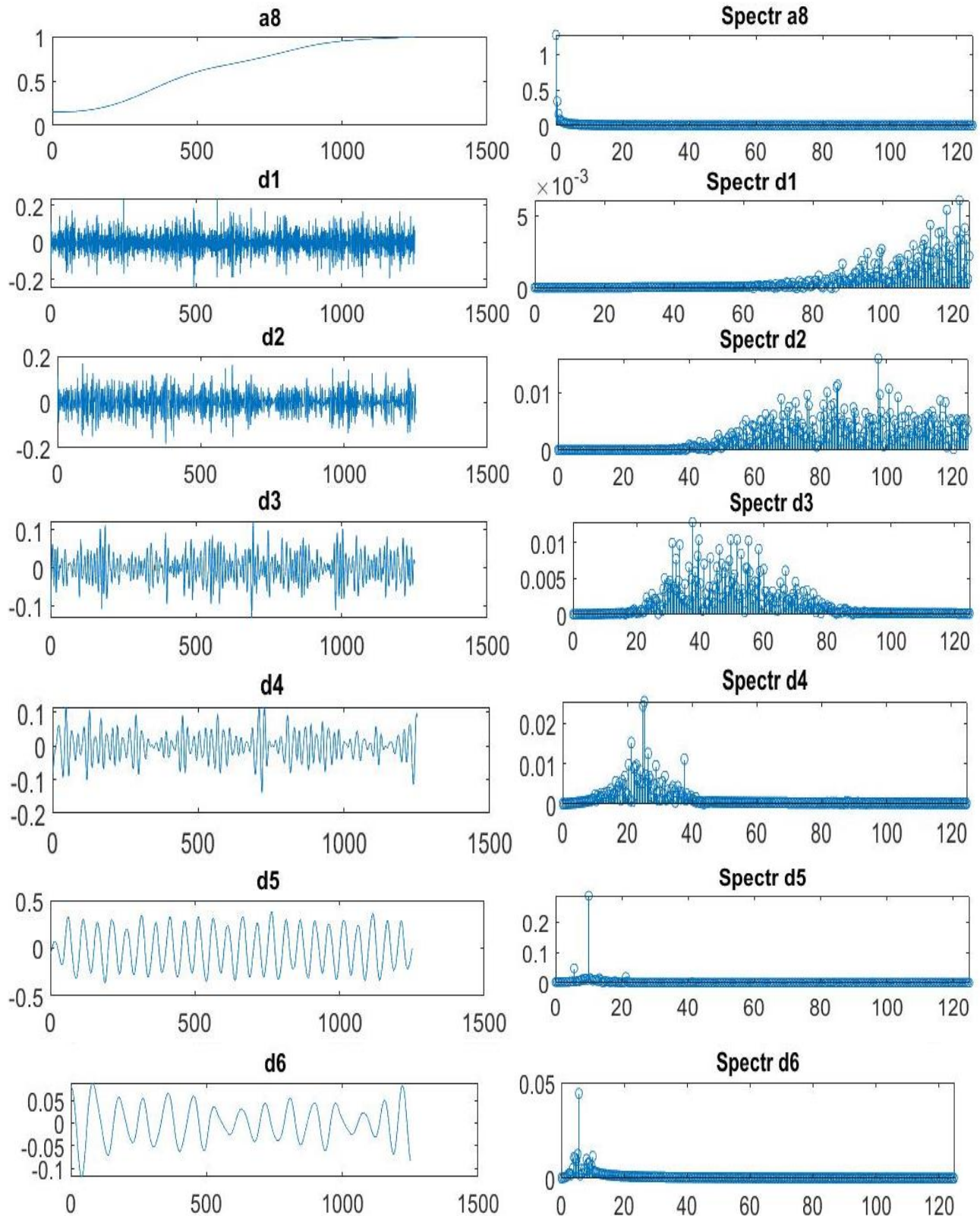
Кількість записаних точок сигналу дорівнює 1250, частота дискретизації – 250 Гц, тривалість процесу $t \approx 5$ с.

Сигнал було змодельовано за таким рівнянням

$$x(t) = A_0 \sin \omega_0 t + \sum_{i=1}^3 A_i \sin \omega_i t + n(t), \quad (1)$$

де $a = 0,1$, $A_0 = 1$, $A_1 = 0,3$, $A_2 = 0,05$, $A_3 = 0,01$, $f_0 = 0,1$ Гц, $f_1 = 10$ Гц, $f_2 = 25$ Гц, $f_3 = 70$ Гц.

Для аналізу сигналу було виконано вейвлет-розкладання сигналу на 5 рівнів з використанням хвильової функції сімейства Добеші db10, для кожного з отриманих елементів розкладання було проведено спектральну обробку, елементи розкладання та їх спектри наведено на рис. 2.



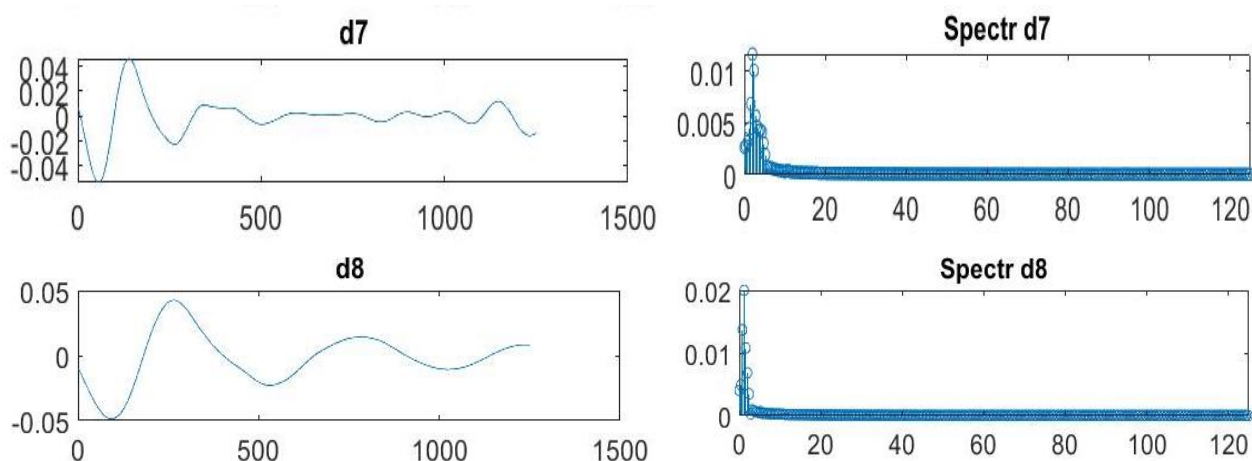


Рис.2. – Результат вейвлет-розкладання та спектральної обробки сигналу

Для кожного елемента розкладання за віссю абсцис відкладено час, а за віссю ординат – значення амплітуди, як і для оригінального сигналу. Для спектральної щільності елементів вейвлет-розкладання за віссю абсцис відкладено частоту в Гц, а за віссю ординат значення спектральної щільності. На рис. 2 видно, що в результаті вейвлет-розкладання було отримано трендову складову (апроксимація a_8), а сторонні впливи (завади та шум) були відфільтровані (вони представлені деталями вейвлет-розкладання).

На отриманому спектрі апроксимації a_8 інтервал частот близький до нуля, для деталей вейвлет-розкладання спектральна щільність відображає частотні діапазони, що характеризують полі гармонічні завади та широкопasmовий шум. На отриманих результатах спектральної обробки видно частоту, яка була використана для моделювання полігармонічної завади.

Отже, вейвлет-перетворення дає найбільш наочну і інформативну картину результатів обробки складних сигналів, дозволяє очистити вихідні дані від шумів і випадкових спотворень. Крім того, вейвлети добре підходять для аналізу нестационарних сигналів, що виникають в різних технічних застосуваннях обробки інформації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Яковлев А. Н. Введение в вейвлет-преобразования: Учеб. пособие. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003.
- [2] Файфер Л. А. Анализ нестационарных сигналов с помощью вейвлет-преобразования // Молодой учёный. - июль-2 2016 г. - №№14 (118). - С. С. 182-186.
- [3] Спектральный анализ сигналов [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/253447/>
- [4] Вейвлет-анализ. Основы [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/449646/>

Наук. керівник – д.т.н., проф., Бурау Н. І.